



火力发电厂分散控制系统 典型故障应急处理预案

上海新华XDC800系统

电力行业热工自动化技术委员会



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



火力发电厂分散控制系统 典型故障应急处理预案

內容提要

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 84

上海新华XDC800系统

电力行业热工自动化技术委员会

湖北工业大学图书馆



01313261



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为贯彻落实“坚持预防为主，落实安全措施，确保安全生产”的方针，确保机组在运行过程中发生控制系统故障时，运行和维护人员能够迅速、准确地组织故障处理，最大限度地降低故障造成的影响。电力行业热工自动化技术委员会组织全国 8 家电力科学（试验）研究院、14 家火力发电厂、11 家分散控制系统生产厂家的技术人员，在收集、总结各控制系统故障时的应急处理经验、教训，消化吸收了各分散控制系统技术管理经验，深入研究了各控制系统故障时应急处理方法的基础上，编制了系列《火力发电厂分散控制系统典型故障应急处理预案》丛书，全套书共 11 分册。

本书为《上海新华 XDC800 系统》分册，介绍了上海新华 XDC800 分散控制系统的结构特点，对其可能发生的故障危险源进行了定义和分类，提出了上海新华 XDC800 分散控制系统故障应急处理预案的编制程序、结构、故障应急处理的通用要求、必须遵循的基本原则和故障时的整个处理流程。在现场故障处置预案中，详细介绍了各类故障的现象、原因、可能造成的后果，以及运行处理操作和维护处理操作方法。

本书可作为火力发电厂深化热控专业管理，制订和完善企业分散控制系统故障应急处理预案时的重要参考，也可以作为高等院校和电厂热控专业学习、培训教材。

图书在版编目（CIP）数据

火力发电厂分散控制系统典型故障应急处理预案. 上海新华 XDC800 系统 / 电力行业热工自动化技术委员会编. —北京: 中国电力出版社, 2012.2

ISBN 978-7-5123-2627-9

I. ①火… II. ①电… III. ①火电厂—分散控制—控制系统—故障修复 IV. ①TM621.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 014989 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 6 月第一版 2012 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 8 印张 183 千字

印数 0001—3000 册 定价 26.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

目前国内大中型发电机组热力系统的监控,都采用了分散控制系统(DCS),电气系统的部分控制也正逐渐纳入其中。由于各厂家产品质量不一,控制系统的各种故障,如电源失电、操作员站“黑屏”或“死机”、主从控制器切换异常、通信中断、模件损坏等事件仍时有发生。有些由于运行或维修人员在控制系统故障时处理不当,导致故障扩大,机组非计划停运,甚至发生锅炉、汽轮机等主设备损坏事故。虽然多年来,根据《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》,电力行业管理部门和各发电集团公司都要求发电企业制订《分散控制系统故障应急处理预案》(以下简称《预案》),并组织运行和检修人员进行反事故演练。但到目前为止,由于《预案》编制无参照依据,大部分发电企业没有进行该工作;有的虽然进行了编写,但编制内容与范围不完整,不能满足控制系统故障时的处理需求,多数情况下还是凭运行和检修人员的经验来处理,结果导致故障扩大或一些本可避免的机组跳闸事件发生。根据“电厂热工自动化网站”已有的机组跳闸事件的归类统计,有30%以上事件是与运行或检修人员处理不当有关。

为建立热控系统故障应急处理和长效管理机制,确保机组在运行过程中发生控制系统故障时,能够迅速、准确地组织处理故障,最大限度地降低故障造成的影响,浙江省电力试验研究院于2008年开始,在浙江省范围内开展了火力发电厂《预案》的研究编制工作,初步完成了火力发电厂《预案》编制模板,并在浙江省浙能兰溪发电有限公司600MW机组上进行了控制系统故障演习,取得了第一手资料,修改完善后编入已出版的《火电厂热控系统可靠性配置与事故预控》一书中。

2010年10月,电力行业热工自动化技术委员会组织了全国8家电力科学(试验)研究院、14家火力发电公司(厂)、11家控制系统生产厂家,针对目前火力发电厂在线运行的主流控制系统和后起的国产控制系统,成立了11个《火力发电厂分散控制系统典型故障应急处理预案》(以下简称《典型预案》)编制组,在浙江省电力试验研究院前期研究工作经验和《火电厂热控系统可靠性配置与事故预控》提供的预案编制模板的基础上,通过进一步收集、总结各分散控制系统故障时的应急处理经验教训,消化吸收各参编单位技术及管理经验,联合进行分散控制系统故障应急处理方法的研究后,确定了统一的编写格式和编制程序的结构,制定了分散控制系统故障时应急处理的通用要求,规范了分散控制系统故障时的应急处理必须遵循的基本原则和操作过程。经过各编制组近一年的辛勤劳动,并在一些发电企业实际应用检验和修改后,完成了11册《典型预案》的编制。电力行业热工自动化技术委员会两次组织全国性的电厂专业人员进行讨论和广泛征求意见,并于2011年8月23日在北京召开专家审查会,国家电力监管委员会安全局发电处、中国电力企业联合会标准化中心火电处领导参加了会议,大唐、国电、华能、中电投等集团,中国电力工程顾问集团公司,西安热工研究院,华北电力科学研究院等单位的领导和专家组成的专家组,对《典型预案》的主要原则进行了审查,各编写组根据审查意见对各分册《典型预案》进行了完善。

本套《典型预案》均按规程格式要求,基于编制组所在的电厂机组配置和系统进行编写,仅作为指导性文件,为使用这11种控制系统的机组,编制或完善适应各发电企业的火力发电

厂《预案》时提供参考标准和模板。各发电企业可依据这些《典型预案》的编制格式和内容，结合本企业的具体组织结构、管理模式、风险种类、生产规模、控制系统配置等特点进行相应的调整，编制适合本企业的《预案》。通过完善故障时应急处理方法和定期反事故演习，提高运行维护人员在控制系统故障时的应急处理能力，消除因人员操作处理不当而导致分散控制系统故障范围扩大的隐患。

本套《典型预案》编写过程中，得到了国家电力监管委员会安全局、各发电集团公司及全国 30 余家单位领导的大力支持，控制系统厂家提供了宝贵的技术资料，近 70 位技术和运行人员参加编制，贡献了长期积累的宝贵经验，金耀华主任委员主审了丛书，侯子良、金丰、段南等众多专家给予了热情指导，审查委员会专家们认真审查并提出了宝贵的修改意见，使编制组受益良多，在此一并表示感谢。

最后，感谢浙江省电力试验研究院在组织编写中给予的全力支持与配合，使得本套《典型预案》得以顺利出版，让整个电力行业受益。

《火力发电厂分散控制系统典型故障应急处理预案》丛书编委会

二〇一二年三月十日

4.2 系统网络.....

5.2 设备重大故障风险分析.....

6.3 应急结束.....

D.1 DCS 系统电源全部失去应急处置预案.....

D.2 DCS 系统网络全部中断应急处置预案.....

D.3 DCS 系统全部瘫痪应急处置预案.....

序
前言
编者的话

| | |
|----------------------------|----|
| 1 范围 | 1 |
| 2 编制依据和参考资料 | 1 |
| 3 术语、定义和缩略语 | 1 |
| 4 系统综述 | 3 |
| 4.1 系统构架 | 4 |
| 4.2 系统网络 | 4 |
| 4.3 电源系统 | 6 |
| 4.4 接地系统 | 7 |
| 4.5 XCU 控制器 | 8 |
| 4.6 系统软件 | 8 |
| 4.7 数据库 | 10 |
| 5 应急处理预案的总体要求 | 10 |
| 5.1 总则 | 10 |
| 5.2 设备重大故障源风险辨识 | 11 |
| 5.3 应急处理预案编制 | 11 |
| 5.4 故障应急处理准备 | 13 |
| 5.5 组织机构及职责 | 17 |
| 6 故障应急处理过程控制 | 19 |
| 6.1 应急处理响应 | 19 |
| 6.2 现场应急处置 | 19 |
| 6.3 应急结束 | 20 |
| 6.4 应急处理后期处置 | 21 |
| 6.5 应急处理培训与演习 | 21 |
| 6.6 应急预案的管理 | 21 |
| 附录 A XDC800 系统故障应急处理预案启动流程 | 22 |
| 附录 B XDC800 系统故障快速查找表和处理流程 | 23 |
| 附录 C XDC800 系统故障处理操作卡 | 30 |
| 附录 D 一级故障现场应急处置预案 | 42 |
| D.1 DCS 系统电源全部失去应急处置预案 | 42 |
| D.2 DCS 系统操作员站全部失去应急处置预案 | 44 |
| D.3 DCS 系统网络全部瘫痪应急处置预案 | 46 |

| | | |
|------|--------------------------------------|-----|
| D.4 | BMS 系统 XCU01/21 控制器全部故障应急处置预案 | 48 |
| D.5 | BMS 系统 XCU02/22 控制器全部故障应急处置预案 | 51 |
| D.6 | BMS 系统 XCU03/23 控制器全部故障应急处置预案 | 55 |
| D.7 | MCS 系统 XCU10/30 控制器全部故障应急处置预案 | 58 |
| D.8 | MCS 系统 XCU13/33 控制器全部故障应急处置预案 | 61 |
| D.9 | DEH 系统 XCU61/81 控制器全部故障应急处置预案 | 64 |
| 附录 E | 二级故障现场应急处置预案 | 68 |
| E.1 | DCS 系统单路电源失去应急处置预案 | 68 |
| E.2 | DCS 系统部分操作员站失去应急处置预案 | 69 |
| E.3 | DCS 系统网络失去冗余应急处置预案 | 70 |
| E.4 | ECS 系统 XCU04/24 控制器全部故障应急处置预案 | 70 |
| E.5 | SCS 系统 XCU05/25 控制器全部故障应急处置预案 | 73 |
| E.6 | SCS 系统 XCU06/26 控制器全部故障应急处置预案 | 76 |
| E.7 | SCS 系统 XCU07/27 控制器全部故障应急处置预案 | 78 |
| E.8 | SCS 系统 XCU08/28 控制器全部故障应急处置预案 | 81 |
| E.9 | SCS 系统 XCU09/29 控制器全部故障应急处置预案 | 84 |
| E.10 | MCS 系统 XCU11/31 控制器全部故障应急处置预案 | 86 |
| E.11 | MCS 系统 XCU12/32 控制器全部故障应急处置预案 | 89 |
| E.12 | MCS 系统 XCU14/34 控制器全部故障应急处置预案 | 92 |
| E.13 | DEH 系统 XCU62/82 控制器全部故障应急处置预案 | 94 |
| E.14 | MEHA 系统 XCU63/83 控制器全部故障应急处置预案 | 96 |
| E.15 | MEHB 系统 XCU64/84 控制器全部故障应急处置预案 | 99 |
| E.16 | BMS 系统 XCU01/21 控制器失去冗余应急处置预案 | 102 |
| E.17 | BMS 系统 XCU02/22 控制器失去冗余应急处置预案 | 103 |
| E.18 | BMS 系统 XCU03/23 控制器失去冗余应急处置预案 | 104 |
| E.19 | MCS 系统 XCU10/30 控制器失去冗余应急处置预案 | 105 |
| E.20 | MCS 系统 XCU13/33 控制器失去冗余应急处置预案 | 106 |
| E.21 | DEH 系统 XCU61/81 控制器失去冗余应急处置预案 | 107 |
| 附录 F | 控制系统可靠性维护 | 109 |
| F.1 | 控制系统可靠性确认 | 109 |
| F.2 | 模件指示灯维护 | 112 |

1

范 围

本预案规定了火力发电厂编制上海新华 XDC800 分散控制系统故障应急处理预案的程序、内容和要素等基本要求。各发电企业编制预案时,应结合本单位的组织结构、管理模式、风险种类、生产规模等特点,进行相应的调整。

本预案适用于火力发电厂采用上海新华 XDC800 分散控制系统的已投产机组,进行控制系统故障应急处理预案制订和故障时的现场应急处理指导。

2

编制依据和参考资料

编写过程,参考了下列规程、标准、资料的格式、内容和要求:

GB 50660 大中型火力发电厂设计规范

DL/T 774 火力发电厂热工自动化系统检修运行维护规程

AQ/T 9002 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则

Q/LD 208005 危险源辨识与风险评价控制程序

火电厂热控系统可靠性配置与事故预控

3

术语、定义和缩略语

下列术语、定义和缩略语适用于本预案。

3.1 应急预案 emergency pre-arranged planning

是指根据评估分析或经验,对潜在的或可能发生的突发事件的类别和影响程度而事先制订的应急处置预案。

3.2 应急响应 emergency response

分散控制系统故障发生后,有关部门或人员按照工作程序对故障作出判断,确定响应级别。

3.3

应急启动 emergency start

应急响应级别确定后,按确定的响应级别启动应急程序,通知应急人员到位,开通通信网络,调配应急资源。

3.4

应急行动 emergency action

在分散控制系统故障应急响应过程中,为消除、减少故障危害,防止故障影响扩大,最大限度地降低故障造成的危害而采取的处理措施或行动。

3.5

应急恢复 emergency recovery

分散控制系统故障应急行动结束后,为使生产尽快恢复到正常状态而采取的措施或行动。包括现场清理、人员撤离、善后处理、事故调查等。

3.6

分散控制系统 distributed control system (简称 DCS)

是指采用计算机、网络通信和屏幕显示技术,实现对生产过程的数据采集、控制和保护等功能,利用通信技术实现数据共享的多计算机监控系统。其主要特点是:功能分散,操作显示集中,数据共享,可靠性高。根据具体情况也可以是硬件布置上的分散。

3.7

控制器 Control Unit

上海新华 XDC800 系统控制器简称 XCU。

控制器主要承担信号处理、控制运算、与操作站及其他单元的通信等任务,也称分布处理单元或分散处理单元。XCU 通常为冗余配置,两个 XCU 同时做控制运算,但只有一个输出数据。XCU 安装在控制机柜正面上部。XCU 实现对本站过程 I/O 模块数据的采集及运算,同时接受工程师站的组态命令,并与其他控制节点进行数据交换。

3.8

操作员站 operator station (简称 OPU)

操作员站是运行人员与分散控制系统相互交换信息的人机接口设备,由一台具有较强图形处理功能的微型工控机以及相应的外部设备(CRT、键盘、鼠标或球标、打印机等)组成,并安装有专用的过程监控应用软件,实现控制命令或数据的输入、控制对象的工艺流程显示、运行参数和设备状态显示、参数越限报警、运行操作记录以及报表打印等功能。操作员站通过实时数据网络与过程控制站相连,运行人员可以通过操作员站对生产过程进行实时监视和控制。

3.9

工程师站 engineer station (简称 ENG)

工程师站是系统维护人员对分散控制系统进行组态、调试、在线监视的人机接口设备,由高档微型工控机以及相应的外部设备(CRT、键盘、鼠标或球标、打印机等)组成,并安装有各种组态工具软件,主要用于分散控制系统的配置、控制逻辑组态、数据库及操作画面的编辑和修改,控制器软件和组态的上传和下载,控制逻辑在线修改和监视,信号的强制以及设备调试等。XDC800 系统的工程师站还同时具备操作员站的所有功能。

3.10

历史站 historical storage & retrieval station (简称 HSU)

历史站主要保存分散控制系统历史数据、报警信息、操作记录和事件信息。历史站可以根据操作员站、工程师站的请求检索出必要的信息,经网络通信发送给操作员站和工程师站,也可以把保存的信息转存到光盘等介质上,以方便进行详细的离线分析。

3.11

实时数据网络 real time network (简称 RTNET)

由 100M 高速、冗余工业环形以太网构成,用于 XDC800 系统中的控制器之间以及控制器与工程师站、操作员站等的连接,完成工程师站的数据下装、操作员站与控制器的在线数据通信,是 DCS 系统数据通信主干网络。

3.12

I/O 网络 input / output network (简称 IONET)

用于 XCU 控制器和过程 I/O 模件的通信,完成实时输入、输出数据传送,冗余配置。在 XDC800 系统中,可以选用以太网、RS485 或其他现场总线,传输速率可达 10Mbit/s。

3.13

以太网通信模件 etherNet communication controller module

上海新华 XDC800 系统的以太网通信模件简称 xCC-net。

通信模件用于在控制器与 I/O 模件之间的通信转换。xCC-net 是应用于 XDC800 系统中 I/O 网络采用以太网形式的通信模件,它位于 XCU 与各 I/O 模件之间,主要实现现场 I/O 的自动扫描、模件管理、TCP/IP 数据通信、双机切换等功能。

xCC-net 通信模件通常采用 1+1 冗余配置,可直接用五类双绞线与本地的 XCU 相连,也可经光端机转发,采用光纤与远程的 XCU 相连。

3.14

回路控制模件 loop control module

用于完成某个特定回路闭环控制用的模件,配置有 4 路 AI、1 路 AO、4 路 DI、4 路 DO 真实输入、输出通道,以及 4 路虚拟 AI、3 路虚拟 AO、1 路虚拟 DO。虚拟输入、输出通道用于设定、回送或显示回路控制模件的各项参数,如:比例系数、积分时间、死区、精控区、输出脉冲宽度等。上海新华 XDC800 系统的回路控制模件简称 xLC。

4

系统综述

XDC800 分散控制系统是上海新华控制技术(集团)有限公司根据多年在电力、石油、化工、钢铁、造纸、水泥、脱硫、除尘、水处理等自动化控制领域的成功经验,利用网络通信、计算机、嵌入式技术、现场总线、数据库、多媒体等技术,在原 400 系列基础上推出的新一代产品。系统控制功能分散,管理集中,集数据采集、过程控制、信息管理于一体,是一个全集成的、结构完整、功能完善、面向整个生产过程的控制系統。

4.1 系统构架

XDC800 分散控制系统由过程控制站、工程师站、操作员站以及对应的网络组成。其中,过程控制站由机柜、电源、控制器(XCU)、以太网通信模件(xCC-net)和各种 I/O 功能模件组成。

XDC800 系统集成时一般根据工程项目的 I/O 点数配置 XCU 和 I/O 模件的类型和数量,通常一个过程控制站内安装一对 XCU,一个 XCU 设置 2 个端口,每个端口可带 64 块 I/O 模件。

以某电厂 3 号机组为例,该机组容量 300MW,锅炉为上海锅炉厂制造,亚临界、中间一次再热、单炉膛 Π 型露天布置、四角同心反向切圆燃烧、平衡通风、固态排渣、全钢架悬吊结构、控制循环燃煤汽包炉,制粉系统为四台钢球磨、中间储仓式乏气送粉,燃烧器为四层粉、两层油布置;汽轮机为引进美国西屋公司技术制造的 300MW 亚临界、中间再热、高中压合缸、双缸、双排汽单轴凝汽式汽轮机,与 1025t/h 亚临界、中间再热强制循环汽包锅炉及 300MW 双水内冷发电机配套,系统采用单元布置。

该机组 XDC800 分散控制系统结构图如图 1 所示。3 号机组 XDC800 配置 5 台操作员站(OPU 51~OPU 55)、1 台工程师站(ENG 41)、1 台历史数据记录站(HSU 42)、1 台 SIS 接口站(SIS 43)以及 18 对控制器(XCU1/21~XCU18/38)。其中 XCU01~XCU03 为 BMS 系统,XCU04 为 ECS 系统,XCU05~XCU09 为 SCS 系统,XCU10~XCU14 为 MCS 系统,XCU15~XCU16 为 DAS 系统,XCU17~XCU18 为 SBC 系统。

4.2 系统网络

XDC800 系统设计有控制层网络和现场层网络。

控制层网络 XDCNET 用于各 XCU 之间,以及 XCU 与人机界面计算机 HMI 之间的数据传输。为保证系统数据传输的实时性与确定性,该层网络由 A、B、C 三组网线构成。A、B 网络为高速实时数据网络 RTNET,采用冗余容错自愈式工业环形以太网,核心交换机采用德国进口赫斯曼环网交换机,可在网络出现三个断点的情况下继续工作,XCU 与 HMI 设备直接挂在 A、B 网络上以冗余方式传输系统实时数据。HMI 设备同时又挂接到 C 网,将诸如文件、历史数据、图像数据等非实时性要求的传输限制在 C 网上。

现场层网络 IONET 用于 XCU 与 I/O 模件之间的数据传输,冗余配置。在 XDC800 系统中,现场层网络可选用以太网、RS485 或其他现场总线。

XDC800 系统目前采用的网络传输介质为光缆和五类双绞线(UTP),其视网络通信距离和物理位置分布而定,最大站点间距离达 20km,网上最大可挂 256 个交换节点。通信速率为 100Mbit/s,每秒可广播 640K 点数据。

数据总线通信标准采用国际快速以太网标准。网络/传输层采用 TCP/IP 协议,物理层及链路层 MAC 子层采用 802.3u 标准。

XDC800 系统网络特点:

a) 系统主干网采用双环结构,所有站点直接上网,将整个高速实时数据网络作有效的闭环连接,任何一个站点间的故障,环路具有自愈特性,重新构成新的通路,不影响高速实时数据网络的正常运行。系统实时网在容错的基础上采取冗余技术,二条环型高速公路互为冗余配置,无主、副之分,同时工作,无网络切换、无网间仲裁,增加了网络的可靠性。

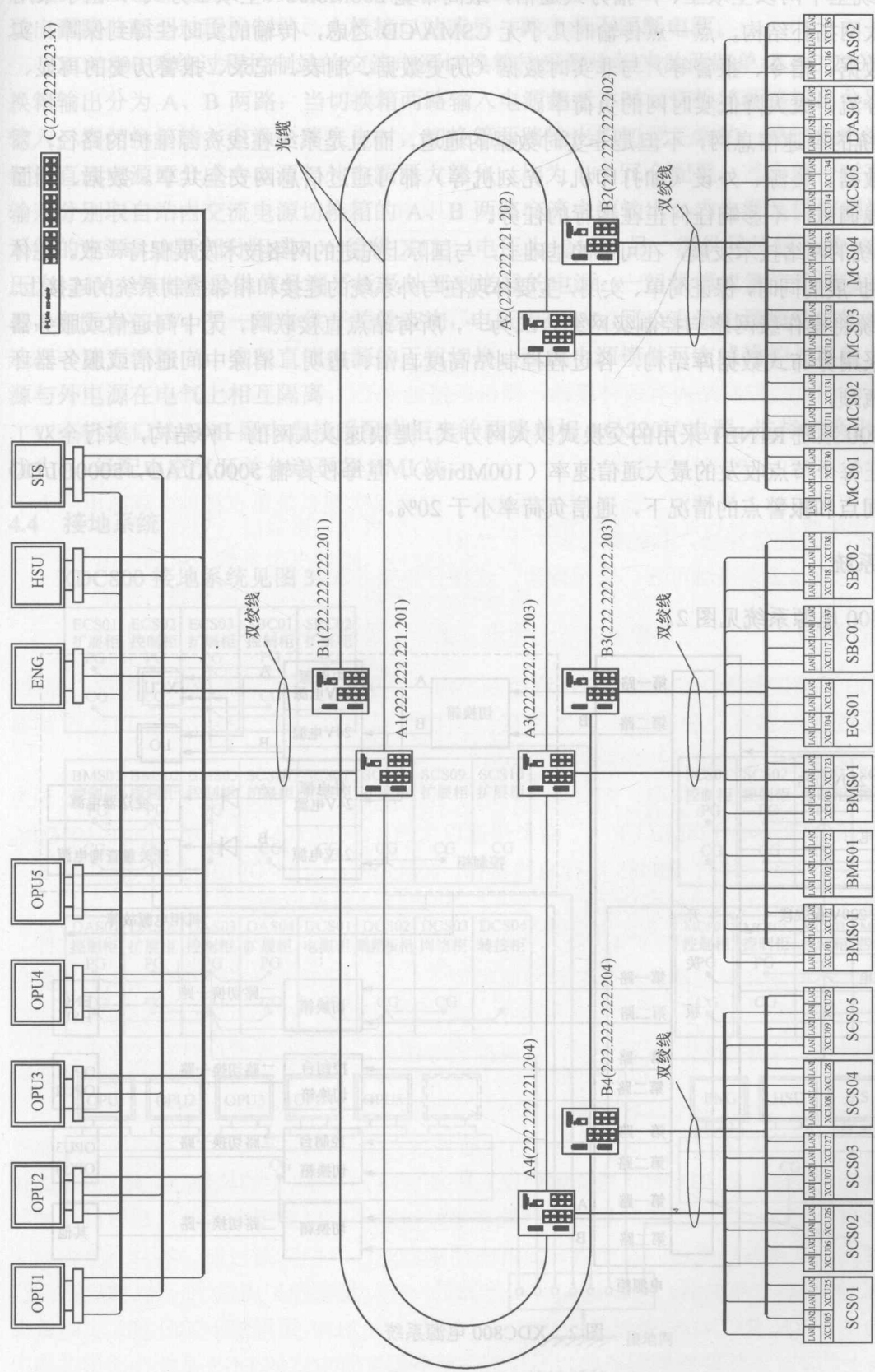


图 1 某电厂 3 号机组 XDC800 系统结构图

b) 系统主干网以全双工、广播方式通信，最高带宽 200Mbit/s（全双工方式），由于采用交换式以太网拓扑结构，点对点传输时几乎无 CSMA/CD 之虑，传输的实时性得到保障。实时数据（数据、指令、报警等）与非实时数据（历史数据、制表、记录、报警历史的再显、查询等）分流，大大降低实时网的负荷率。

c) 系统的高速信息网，不但是非实时数据的通道，而且是系统在线资源维护的路径，系统所有的数据、资源、外设（如打印机、光刻机等）都可通过信息网安全共享。数据、画面可进行在线调试，不影响任何正在运行的任务。

d) 系统的网络技术发展，在可靠的基础上，与国际上先进的网络技术发展保持一致。在体现先进、易扩展的同时，保证简单、实用，主要体现在与外系统的连接和相邻控制系统的连接上。

e) 系统将操作级网络与控制级网络合二为一，所有站点直接联网，无中间通信或服务器环节，并采用分布式数据库结构，各过程控制站高度自治、透明，消除中间通信或服务器环节带来的瓶颈。

XDC800 系统 RTNET 采用的交换式以太网方式，是快速以太网的一种结构，实行全双工通信，保证每个节点收发的最大通信速率（100Mbit/s）。在每秒传输 5000AI/AO，5000DI/DO 及相关中间点和报警点的情况下，通信负荷率小于 20%。

4.3 电源系统

XDC800 电源系统见图 2。

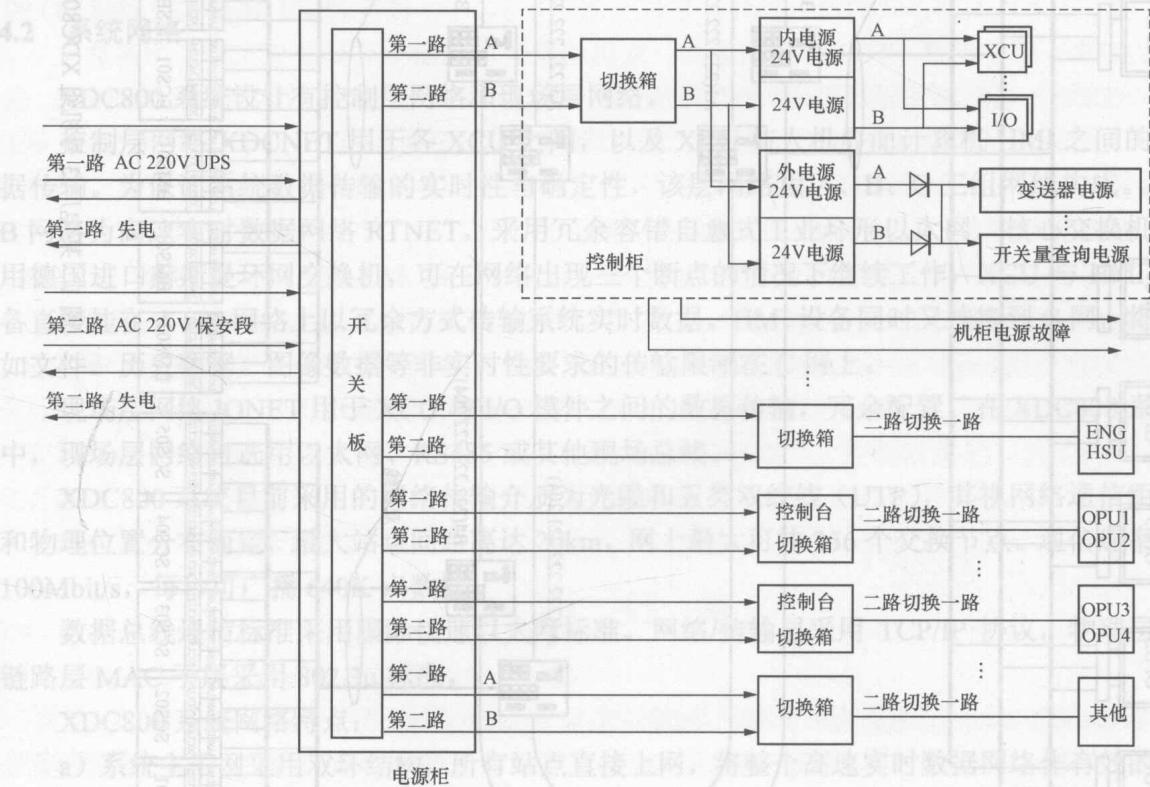


图 2 XDC800 电源系统

XDC800 系统接受两路单相 AC 220V 电源：一路引自交流不间断电源（UPS），一路引自

厂用保安段电源或另一路交流不间断电源，两路电源互为冗余。经 AC 220V 电源系统配电柜送出两路分配至过程控制站、人机接口站或另一路交流不间断电源。

XDC800 系统过程控制站的交流电源切换箱接受配电柜来的两路单相 AC 220V 电源，切换箱输出分为 A、B 两路：当切换箱两路输入电源都正常时，切换箱两路输出分别对应两路输入；当切换箱输入电源一路失电时，切换箱两路输出均切至正常的一路输入电源。过程控制站直流电源可分成内电源与外电源两大部分，均为 1+1 冗余配置，冗余的一对直流电源的输入分别取自站内交流电源切换箱的 A、B 两路交流电源输出。内电源是供控制站内计算机系统的电源，由两部分组成：一组供 XCU，电压为+24V；另一组供导轨箱内的 I/O 模块，电压为+24V。外电源是供信号端子板及外部变送器的电源：一组供模拟量信号调理及外部变送器，电压为+24V；另一组专供开关量查询，电压为+24V。冗余直流电源模块的输出通过高选择一路直流输出，实现直流电源的无扰切换。直流电源模块可在线维护与更换，而且内电源与外电源在电气上相互隔离。

人机接口站 HMI 配电盘接受配电柜来的两路单相 AC 220V 电源，选择切换出一路（UPS 优先），经配电空气开关分送至各 HMI 站。

4.4 接地系统

XDC800 接地系统见图 3。

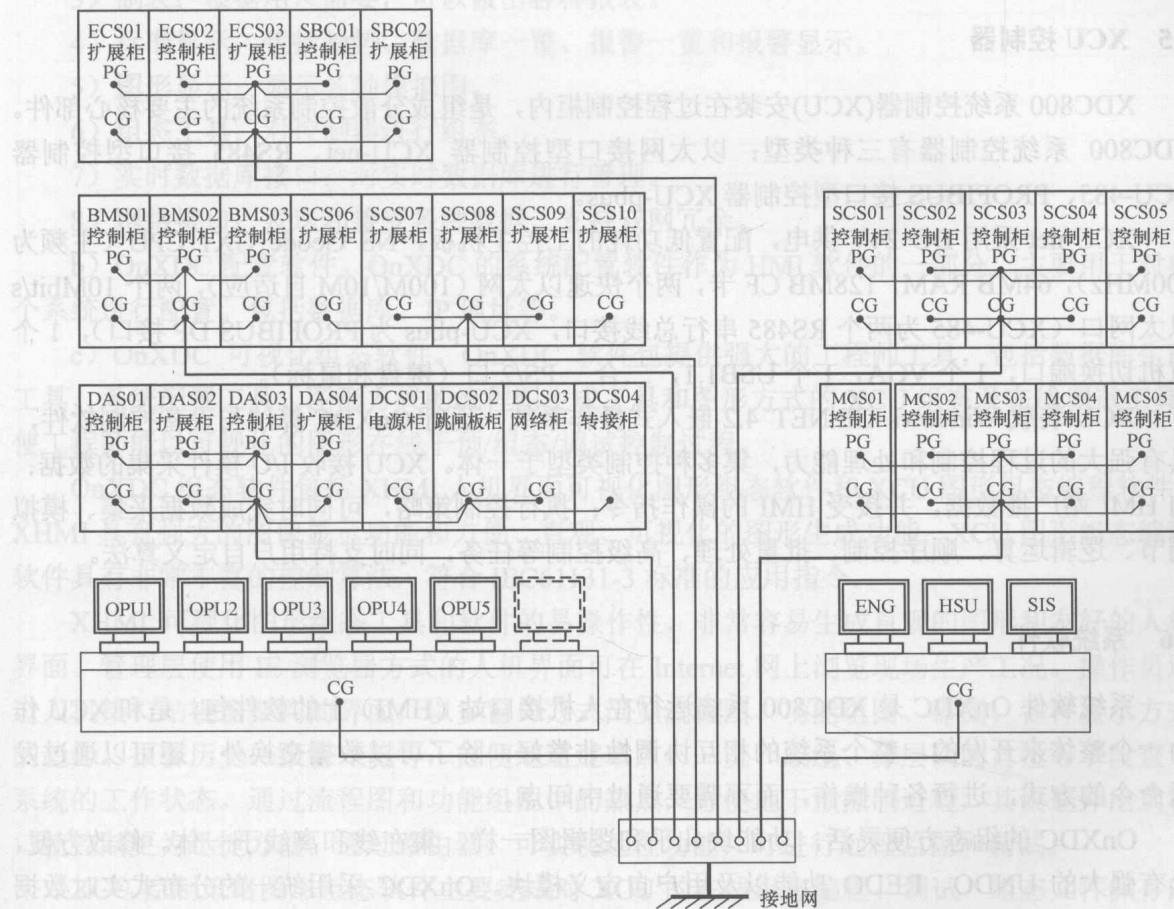


图 3 XDC800 接地系统

XDC800 接地系统能直接接至电气接地网，系统的接地铜板到大地的接地电阻值不大于 4Ω 。XDC800 采用单点接地方式，选择一个接地桩为 XDC800 系统接地点，通过单独接地点接入电厂电气接地网。以 XDC800 接地桩为圆心，直径 15m 内或与之相邻 5 个接地桩内不得有高压强电流设备的安全接地或保护接地点。

若将 XDC800 接地系统接至专用接地网，则该接地网范围至少大于 200m^2 ，且接地电阻小于 1Ω 。

XDC800 系统一个接地站组定义为 20m 半径范围内，这个范围是指由站组接地点到每个站的最大电缆长度。整个 XDC800 系统分成若干个站组（对于较小系统，整个系统可以为 1 个站组），每个站组内实行单点接地，站组内各站接地点分别汇接到站组接地点（大于 10mm^2 多芯铜质电缆），站组的接地点汇接到 XDC800 系统接地铜板（大于 20mm^2 多芯铜质电缆），从接地铜板接至厂用接地网的 DCS 系统接地桩（大于 90mm^2 多芯铜质电缆，两端应焊接）。

XDC800 的过程控制站内有两种接地，即机柜接地点 CG (Cabinet Ground) 和逻辑接地 PG (Digital Power Ground)。各个站的 CG 可以按星形连接或串形连接方式汇接到站组接地点，PG 必须按星形方式汇接到站组接地点。

各机柜与机房的金属槽钢、地板/砖必须绝缘，以确保实现系统单点接地，隔离电压大于 1000V。机柜与底座盘绝缘，其绝缘电阻大于 $2\text{M}\Omega$ 。

所有的接地点必须接触可靠，采用焊接，或螺钉连接并加弹簧垫片。

4.5 XCU 控制器

XDC800 系统控制器(XCU)安装在过程控制柜内，是组成分散控制系统的主要核心部件。XDC800 系统控制器有三种类型：以太网接口型控制器 XCU-net、RS485 接口型控制器 XCU-485、PROFIBUS 接口型控制器 XCU-pbus。

XCU-net 采用 DC 24V 供电，配置低功耗的工控主机板，NS Geode GX1 CPU（主频为 300MHz），64MB RAM，128MB CF 卡，两个快速以太网（100M/10M 自适应），两个 10Mbit/s 以太网口（XCU-485 为两个 RS485 串行总线接口，XCU-pbus 为 PROFIBUS DP 接口），1 个双机切换端口，1 个 VGA，1 个 USB1.1，二合一 PS/2 口（键盘和鼠标）。

XCU 装载 Windows CE.NET 4.2 嵌入式操作系统，运行 OnXDC 算法与设备控制软件，具有强大的过程控制和处理能力，集多种控制类型于一体。XCU 接收 I/O 模块采集的数据；向 HMI 站广播数据，并接受 HMI 的操作指令；执行控制策略，可同时完成数据采集、模拟调节、逻辑运算、顺序控制、批量处理、高级控制等任务，同时支持用户自定义算法。

4.6 系统软件

系统软件 OnXDC 是 XDC800 系统运行在人机接口站（HMI）上的软件包，是和 XCU 作为一个整体来开发的，整个系统的相互协调性非常好，除了可以数据交换外，还可以通过发送命令的方式，进行各种操作，而不需要通过中间点。

OnXDC 的组态方便灵活，功能块几乎和逻辑图一样，集在线和离线于一体。修改方便，具有强大的 UNDO、REDO 功能以及用户自定义模块。OnXDC 采用统一的分布式实时数据库，在网络上共享，不需要配置服务器，不会产生服务器配置方式的 DCS 系统在通信过程中

存在的通信瓶颈问题。

a) OnXDC 软件结构。OnXDC 具有层次分明的软件结构, 见图 4。

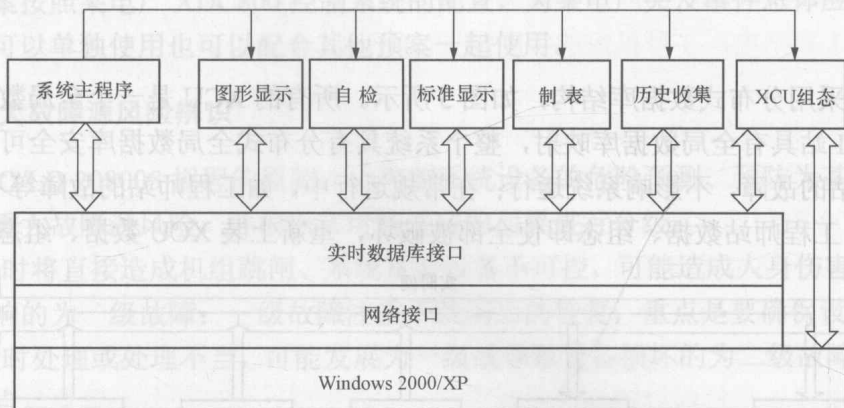


图 4 OnXDC 软件结构

其中:

- 1) 系统主程序: 创建实时数据库, 显示当前各种状态, 必要时启动其他 HMI 的软件。
- 2) 历史收集: 收集历史数据, 包括制表收集。
- 3) 制表: 根据用户需要, 可以做出各种报表。
- 4) 标准显示: 包括趋势、数据库一览、报警一览和报警显示。
- 5) 图形显示: 显示各种模拟图。
- 6) 组态工具: 对控制器进行组态。
- 7) 实时数据库接口: 对实时数据库进行管理。
- 8) 网络接口: 发送和接受各种数据, 支持双网冗余。

b) OnXDC 配置软件。OnXDC 的系统配置软件作为 HMI 软件的一部分, 主要用于对整个系统进行配置。包括数据库、IP 地址等。

c) OnXDC 可视化组态软件。OnXDC 软件包提供强大的工程师工具, 包括数据库生成工具、系统配置工具、图形方式的流程图生成工具和图形方式的 XCU 组态及在线调试工具, 使工程师能以可视化的图形在线干预/组态/调试控制过程。

OnXDC 组态软件包括 XHMI 人机界面可视化图形组态软件和 XCU 图形组态编程软件。XHMI 具有强大的图像显示功能和方便、直观、可视化的图形生成功能; XCU 图形组态编程软件具有非常丰富的控制算法, 符合 IEC61131-3 标准的应用指令。

XHMI 可视化图形组态工具和软件的易操作性, 非常容易生成直观的图形和友好的人机界面。管理层使用 IE 浏览器方式的人机界面可在 Internet 网上浏览现场生产工况。操作员通过人机接口站视窗架构的界面, 以多窗口方式浏览流程图、功能组图、棒图、各种显示方式的趋势、报警历史、报警一览等, 方便地通过单点、一览、成组、分层次的自检等手段查询系统的工作状态。通过流程图和功能组图中的热点, 方便地干预控制过程, 其快速弹出式窗口使控制更为迅捷方便。通过路由器, 可实现远程功能, 可进行远程监控和调试。

XCU 控制策略图形组态软件主要完成对 XCU 的在线组态编程、调试, 组态文件保存的任务。软件也可对一个组态文件进行离线组态, 并保存到磁盘上。可读入磁盘上的组态文件,

下装到控制器。可上装控制器中的组态，再保存到磁盘上。可在图形组态界面上直接对控制组态进行修改、操作、调试、观察趋势曲线等。

4.7 数据库

XDC800 采用分布式数据库结构，如图 5 所示。所有的 XCU 是一个全局数据库的子集，而所有的 HMI 站具有全局数据库映射，整个系统具有分布式全局数据库安全可靠性的特点。即任何 HMI 站的故障，不影响系统运行；在常规运行中，如工程师站的故障等不影响数据的参数、组态；工程师站数据、组态即使全部被破坏，重新上装 XCU 数据、组态图即可恢复。

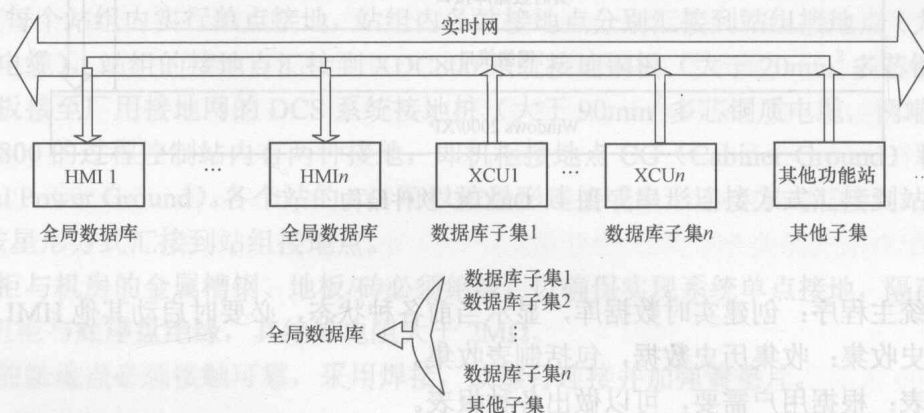


图 5 XDC800 分布式全局数据库

5

应急处理预案的总体要求

5.1 总则

5.1.1 为贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，确保控制系统故障时，能够迅速、准确地组织故障处理，最大限度地降低故障造成的影响，应根据 AQ/T 9002 要求制订分散控制系统典型故障应急处理预案。

5.1.2 为负责组织和统一协调应对控制系统故障时的应急处理，发电企业应建立控制系统故障应急组织体系，成立故障应急处理领导机构和故障现场应急处置组。

5.1.3 单元机组控制系统故障应急处理预案，在进行设备重大故障风险辨识，调研、收集、总结、提炼分散控制系统故障应急处理经验与教训的基础上，以热控设备的危险预测、预防为基础，以保障人身安全、电网安全、设备可控为目标，由热控、运行、机务专业人员联合编制。内容包括典型故障快速查找表、故障诊断与处理流程图、故障处理操作卡和故障现场处置预案。

5.1.4 为确保建立分散控制系统故障长效管理和应急处理机制，应根据发布的预案，定期组织培训，开展故障应急处理演习，提升运行和维护人员迅速、准确地进行故障处理的能力，将分散控制系统故障时造成的影响与损失降低到最低限度。